

JÓZWIAK Zofia<sup>1</sup>

### ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII ITS W TRANSPORCIE ŁADUNKÓW NIEBEZPIECZNYCH

*Transport niebezpiecznych ładunków stanowi poważne realne zagrożenie dla ludzi i środowiska. Ze względu na liczbę i złożoność problemów decyzyjnych występujących podczas jego realizacji niezbędnym staje się dostarczenie efektywnych rozwiązań informatycznych służących do wspomagania decyzji. Zastosowanie rozwiązań Inteligentnych Systemów Transportowych (ang. Intelligent Transport System – IST) ma służyć wspieraniu zarządzania systemem transportowym, a w szczególności infrastrukturą transportową. W artykule w oparciu o przeprowadzone badania przedstawiono strukturę ilościowo - jakościową przewożonych przez główne skrzyżowanie Polic ładunków niebezpiecznych oraz koncepcję zastosowania inteligentnych systemów transportowych. Struktura ilościowo-jakościowa przewożonych ładunków kształtuje się następująco: ładunki klasy 8 - 51,62%, różne materiały niebezpieczne (głównie gazy techniczne w butlach) - 31,71%, ładunki zaliczane do kl. 2 stanowią 12,20% oraz ciecze łatwopalne (olej napędowy do silników Diesla) - 4,47%.*

### APPLICATION OF ITS TECHNOLOGY IN TRANSPORT HAZARDOUS CARGO

*Transport of dangerous goods is a serious real threat to humans and the environment. Due to the number and complexity of decision problems encountered during its implementation becomes necessary to provide effective IT solutions for decision support. The use of Intelligent Transport Systems solutions (called Intelligent Transportation System - IST) is designed to help manage the transport system, particularly transport infrastructure. The article, based on studies of the structure of quantitative - qualitative transported through the main intersection of Police of dangerous goods and the concept of the use of intelligent transport systems. Quantitative and qualitative structure of the cargo is as follows: static class 8 - 51.62%, various hazardous materials (mainly technical gases in cylinders) - 31.71%, loads classified as class 2 are 12.20%, and flammable liquids (diesel for diesel engines) - 4.47%.*

---

<sup>1</sup> Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Inżynieryjno-Ekonomiczny Transportu, ul. H. Pobożnego 11, 70-507 Szczecin, tel. (+ 48) 91 48 09 632, Fax (+ 48 91) 48 09 757, te4l. kom. (+48) 665 920 002, e-mail: z.jozwiak@am.szczecin.pl

## 1. WSTĘP

Inteligentne Systemy Transportowe, w skrócie ITS (*ang. Intelligent Transport System*) to systemy, które stanowią szeroki zbiór różnorodnych technologii (telekomunikacyjnych, informatycznych, automatycznych i pomiarowych) oraz technik zarządzania stosowanych w transporcie w celu ochrony życia uczestników ruchu, zwiększenia efektywności systemu transportowego oraz ochrony zasobów środowiska naturalnego. Nazwa ta została wprowadzona w 1994 roku na Światowym Kongresie w Paryżu.

W sektorze transportu drogowego brak jest aktualnie zastosowania rozwiązań, zarówno w wymiarze lokalnym, krajowym jak również europejskim, które zapewniałyby pełną ciągłość usług w całej sieci transportu drogowego. Mimo, że zastosowanie aplikacji ITS jest bardzo efektywne w logistyce transportu towarowego.

Korzyści wynikające z zastosowania Inteligentnych Systemów Transportowych są bardzo duże. Z przeprowadzonych badań wynika, że zastosowanie technologii ITS przekłada się na:

- zwiększenie przepustowości sieci ulic,
- poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego tj. zmniejszenie liczby wypadków,
- zmniejszenie czasu podróży i zużycia energii,
- poprawę jakości środowiska naturalnego poprzez redukcję emisji spalin,
- redukcję kosztów zarządzania taborom drogowym,
- redukcję kosztów związana z utrzymaniem i renowacją nawierzchni,
- zwiększenie korzyści ekonomicznych w regionie, w którym zastosowane są rozwiązania ITS.

Architektura ITS jest to zbiór powiązań logicznych, fizycznych i komunikacyjnych pomiędzy elementami systemów ITS. Architektura ta pozwala na tworzenie rozwiązań prostych w utrzymaniu i zarządzaniu. Technologie ITS stosowane są z dużym powodzeniem w stanach Zjednoczonych. Rozwiązania ITS są w coraz większym stopniu wdrażane w Unii Europejskiej, w Polsce zastosowanie ITS jest ciągle na stosunkowo niskim poziomie. Największym problemem na obszarze UE jest ciągły brak wspólnej strategii rozwoju rozwiązań ITS, a także brak koordynacji procesu ich wdrażania. Jednak zgodnie z założeniami UE, interoperacyjne rozwiązania ITS, wdrażane w oparciu o jednolite regulacje, będą w najbliższej przyszłości wspomagać funkcjonowanie sektora drogowego w skali całej Unii Europejskiej. Technologie ITS będą się również rozwijać w kierunku współdziałania z innymi rodzajami transportu [8,11].

Ważnym, choć nie rozwiązany do dziś problemem jest prowadzenie nadzoru nad transportem ładunków niebezpiecznych z wykorzystaniem systemu satelitarnej lokalizacji obiektów. Precyzyjne pozycjonowanie stało się jednym z najistotniejszych narzędzi w transporcie. Pomimo podejmowania wielu prób i tworzenia szeregu projektów brak jest w dalszym ciągu jednolitych zasad w skali międzynarodowej. Globalne, satelitarne systemy pozycjonowania (GNSS) znajdują szerokie zastosowanie w sektorze drogowym. Wśród różnorodnych zastosowań do głównych, szczególnie istotnych przy przewozie ładunków niebezpiecznych należą :

- monitorowanie pozycji jednostek transportowych,
- zarządzanie i sterowanie potokami ruchu jednostek,

- sterowanie pojedynczymi obiektami transportowymi,
- zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa w transporcie.

System monitorowania pojazdów pozwala między innymi na prowadzenie bieżącej kontroli bezpieczeństwa ładunków i pojazdu oraz kontrolę obszaru użytkowania danego pojazdu.

Rozwój zastosowań satelitarnych systemów pozycjonowania zależy od wielu czynników, wśród których wymienić należy przede wszystkim:

- rozwój systemów GPS (ang. *Global Positioning System*) z satelitami nowej generacji GPS III, EGNOS (ang. *European Geostationary Navigation Overlay Service*), Galileo, GLONASS (ros. *Globalnaja Nawigacionnaja Sputnikowaja Sistiema*),
- rozwój systemów łączności radiowej GSM - ang. *Global System for Mobile Communications* (SMS – ang. *Short Message Service*, GPRS – ang. *General Packet Radio Service*), UMTS – ang. *Universal Mobile Telecommunications System*, WiMax – ang. *Worldwide Interoperability for Microwave Access*,
- rozwój systemów GIS (ang. *Geographic Information System*) - mapy cyfrowe, mapy nawigacyjne, mapy tematyczne, mapy 3D,
- rozwój terminali (sterowniki, PDA – ang. *Personal Digital Assistant*, telefony komórkowe),
- normalizacja, certyfikacja,
- polityka (dyrektywy, polityka koncesyjna),
- spadek cen urządzeń – szeroka dostępność.

Szacuje się, że wiele ograniczeń związanych z wdrażaniem technik satelitarnych zniknie wraz z wprowadzeniem w 2014 roku europejskiego systemu Galileo. Przewiduje się, że wprowadzone zostaną również nowe usługi, a obecne zostaną rozszerzone o nowe możliwości w zakresie:

- monitorowania ruchu drogowego w aglomeracjach, na trasach szczególnie narażonych na powstawanie zatorów,
- zarządzania grupami, flotą pojazdów, w szczególności służb publicznych takich jak: policja, straż pożarna, pogotowie ratunkowe itp.,
- zarządzania ruchem drogowym poprzez sterowanie ruchem, wyznaczaniem tras alternatywnych, optymalizację sygnalizacji w zależności od natężenia ruchu,
- wspomaganie sterowania pojedynczymi jednostkami transportowymi, w tym pojazdami uprzywilejowanymi, itp.
- poprawy bezpieczeństwa poprzez szybką lokalizację miejsca wypadków, organizację akcji ratowniczej, nadzór nad ruchem itp.,
- wdrożenia zaawansowanych systemów wspomaganie kierowców (ang. *Advanced Driver Assistance Systems*), chroniących przed kolizjami, usprawniających prowadzenie pojazdów, wspomagających wykonywanie manewrów, itp.

Bez wprowadzenia nowych technologii informacyjnych dalszy rozwój transportu drogowego nie będzie możliwy, gdyż jego efektywność jest ograniczana przez nadmierną kongestię, wypadki, a także zakłócenia pogodowe. Prace nad rozwojem technologii informacyjnych w Europie prowadzi organizacja ERTICO (ang. *European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization*), której celem jest prowadzenie wspólnej platformy, dotyczącej badań i wdrażania ITS) oraz pozyskiwanie funduszy i

zarządzanie funduszami publicznymi, przeznaczonymi na rozwój projektów i systemów ITS, określanie wymagań i warunków rozwoju systemów ITS na rynku europejskim, a także promowanie zalet i korzyści z wdrażania systemów ITS [10]. Polska ma możliwość skorzystania z transferu nowych technologii transportowych związanych zarówno z profesjonalnym wykonywaniem przewozów, jak i z powszechnym ruchem drogowym.

Mimo postępu technicznego, jaki dokonał się w ostatnich kilkunastu latach, odnotowywana jest wciąż duża liczba wypadków drogowych z ofiarami śmiertelnymi. Rozwój nawigacyjnych systemów satelitarnych oraz powszechny do nich dostęp umożliwił zmniejszenie ogromnego dystansu dzielącego Polskę od krajów Wspólnoty Europejskiej w zakresie wskaźników liczby ofiar śmiertelnych wypadków drogowych. Program działania Wspólnoty w zakresie poprawy bezpieczeństwa w transporcie przedstawiono między innymi w Białej Księdze.

Wprowadzanie inteligentnych systemów transportu ma na celu integrację nowoczesnych technologii komunikacyjnych i informacji z istniejącymi systemami zarządzania transportem w celu optymalizacji ruchu oraz bezpieczeństwa w zurbanizowanych miastach, a także eksploatacji pojazdów, zużycia paliwa itp.. Potrzeba zastosowania ITS wynika z faktu, że natężenie ruchu na drogach wzrasta z powodu wzrostu liczby pojazdów oraz obszarów zurbanizowanych.

## **2. TRANSPORT ŁADUNKÓW NIEBEZPIECZNYCH PRZEZ CENTRUM POLIC**

Transport drogowy ma najwyższy udział spośród wszystkich środków transportu w przewozie ładunków niebezpiecznych [6]. Wg danych statystycznych KGP, transportem tym przewożone jest rocznie około 100 mln ton materiałów niebezpiecznych. W województwie zachodniopomorskim realizowane jest 4,3% przewozów drogowych ładunków niebezpiecznych w Polsce [5], co daje województwu 10 miejsce. Na rysunku 1 można zaobserwować, że analizowana trasa przewozu ładunków niebezpiecznych przechodzi przez najbardziej zurbanizowaną część miasta. Wzdłuż trasy usytuowana jest infrastruktura handlowo-usługowa, co wiąże się z dostawami towarów i dużym ruchem samochodów dostawczych w tym rejonie. Jest to usytuowanie trasy komunikacyjnej bardzo niekorzystne, szczególnie dla transportu ładunków niebezpiecznych, dla przewozu, których zalecana jest jazda defensywna. Trudno wyobrazić sobie taką jazdę na trasie, na której co kilkadziesiąt metrów znajdują się pasy dla pieszych, oraz stosunkowo wąska droga.

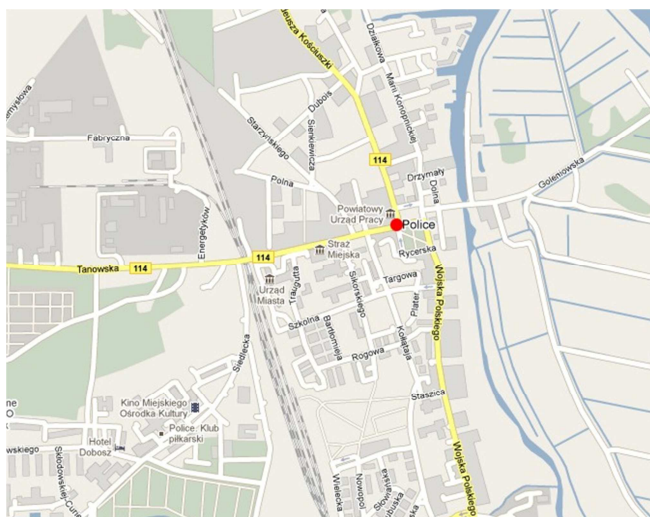
Ponieważ jest to główna przelotowa droga przez Police, eksploatowana jest ona również przez wszystkie pozostałe, przejeżdżające przez Police środki transportu towarowego i pasażerskiego (w tym samochody osobowe, prywatne).

Jest to między innymi droga dojazdowa do zakładów chemicznych „Police” S.A.. Samochodowy transport materiałów niebezpiecznych przez Police to nie tylko transport do i z zakładów chemicznych, ale także przewozy odbywające się do i z firmy Kemipol Sp. z o. o., Messer Sp. z o. o. oraz zaopatrzenie stacji benzynowych.

W założonym punkcie obserwacyjnym (rys.1) ujęto głównie transport ładunków niebezpiecznych do i z wymienionych powyżej przedsiębiorstw. Zaopatrzenie stacji benzynowych odbywa się głównie drogami nie przechodzącymi przez punkt obserwacyjny.

## 2.1 Metodyka badań

Metodą obserwacji ciągłej, bezpośredniej notowano przejazdy pojazdów z ładunkami niebezpiecznymi w drodze do Polic oraz z Polic. Punktem obserwacyjnym było główne skrzyżowanie w Policach (Rys. 1), na drodze nr 114.



Rys.1. Mapa z zaznaczonym punktem obserwacyjnym [3].

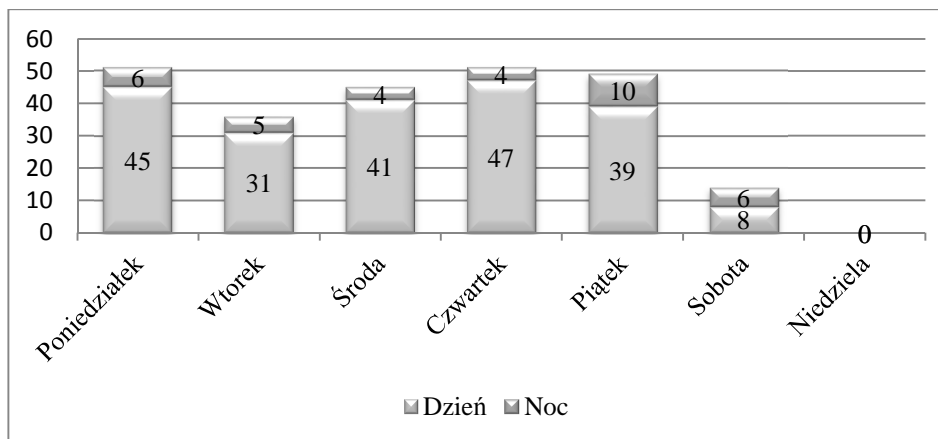
Badania prowadzono w okresie od 3 do 9 marca 2011 w godzinach od 7.00 do 24.00, roku oraz od 1 do 7 kwietnia 2011 roku w godzinach od 24.00 do 3.00 oraz od 8 do 14 kwietnia w godzinach od 3.00 do 7.00. Celem badań było oszacowanie średniego dobowego ruchu (sdr) dla jednostek transportowych przewożących ładunki niebezpieczne przez Police, przeprowadzenie analizy ilościowo-jakościowej ładunków niebezpiecznych przez miasto oraz wskazanie rodzaju zagrożeń oraz możliwości ich ograniczenia poprzez wdrożenie ITS. Na rys. 2 pokazano przykładową kartę rejestracji pojazdów przewożących ładunki niebezpieczne przez punkt obserwacyjny w Policach, wykonaną w ramach pracy inżynierskiej realizowanej na Wydziale Inżynieryjno-Ekonomicznym Transportu Akademii Morskiej w Szczecinie [3].

Lp.	Data	Zakres godzin prowadzonych obserwacji	Wjazd do Polic			Lp.	Wyjazd z Polic		
			Godzina zaobserwowania	Rodzaj pojazdu	Oznakowanie pojazdu		Godzina zaobserwowania	Rodzaj pojazdu	Oznakowanie pojazdu
1	8.03.2011 r. (wtorek)	7:00 - 24:00	07:58	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264	1	08:09	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264
2			08:45	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 1789	2	08:51	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264
3			09:24	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264	3	09:06	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	226 / 1073
4			11:18	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264	4	10:15	Ciągnik siodłowy+naczeпа platforma (butle z gazami technicznymi)	Tablica pomarańczowa
5			13:37	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 1824 i 80 / 3264	5	10:43	Ciągnik siodłowy+naczeпа platforma (butle z gazami technicznymi)	Tablica pomarańczowa
6			14:42	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264	6	12:37	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264
7			15:24	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	22 / 1951	7	13:48	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264
8			15:34	Ciągnik siodłowy+naczeпа platforma (butle z gazami technicznymi)	Tablica pomarańczowa	8	13:50	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264
9			15:47	Ciągnik siodłowy+naczeпа platforma (butle z gazami technicznymi)	Tablica pomarańczowa	9	13:55	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264
10			17:00	Ciągnik siodłowy+naczeпа platforma (butle z gazami technicznymi)	Tablica pomarańczowa	10	14:02	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264
11			17:26	Ciągnik siodłowy+naczeпа podkontenerowa (kontener systema)	80 / 1789	11	15:49	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264
12			18:01	Ciągnik siodłowy+naczeпа platforma (butle z gazami technicznymi)	Tablica pomarańczowa	12	16:08	Samochód ciężarowy - systema	30 / 1202
13			18:35	Samochód ciężarowy (butle z gazami technicznymi)	Tablica pomarańczowa	13	16:37	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264
						14	17:15	Samochód ciężarowy - systema	80 / 3264
						15	17:22	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264
						16	17:33	Ciągnik siodłowy+naczeпа systema	80 / 3264
						17	19:35	Ciągnik siodłowy+naczeпа podkontenerowa (kontener systema)	80 / 3264

Rys.2. Karta rejestracji pojazdów przewożących ładunki niebezpieczne przez punkt obserwacyjny w Policach [3].

## 2.2. Wyniki badań

Na rys. 3 przedstawiono liczbę samochodów przewożących ładunki niebezpieczne w analizowanym okresie, w ujęciu dobowym, z podziałem na dzień i noc. Na rys. 5 pokazano ogólną strukturę ładunków przewożonych przez punkt obserwacyjny w analizowanym okresie. Szczegółową strukturę ilościowo - jakościową przedstawiono w tabeli 1.



Rys.3. Liczba samochodów przewożących ładunki niebezpieczne w analizowanym okresie

Na podstawie przeprowadzonych badań, oszacowano, że średnio w ciągu doby przez centrum Polic przejeżdża 35 pojazdów z ładunkami niebezpiecznymi, zaś uwzględniając fakt, że w niedziele ładunki te nie są przewożone w ogóle daje to jeszcze wyższe natężenie ruchu (41 pojazdów). Przewóz ładunków niebezpiecznych odbywa się głównie w ciągu

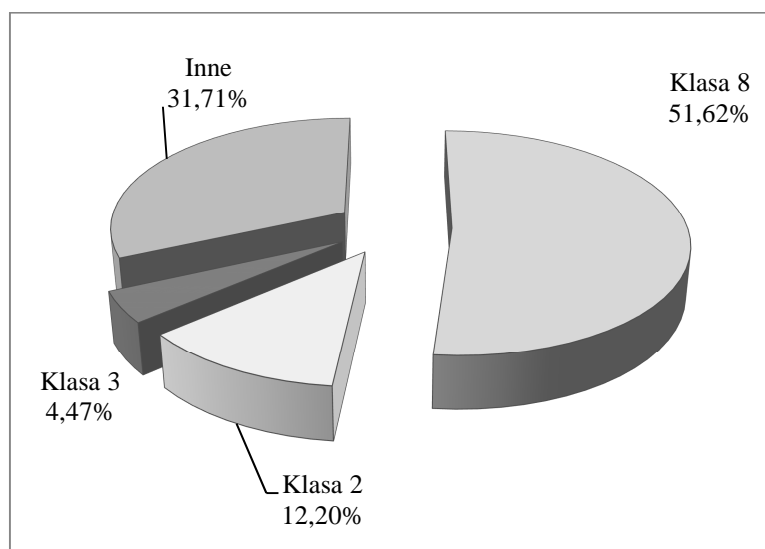
dnia, kiedy ruch pozostałych pojazdów, w tym komunikacji miejskiej, jest również najbardziej wzmożony (Rys.3). W przypadku kolizji stwarza to równoczesne zagrożenie dla dużej liczby osób znajdujących się w pojeździe komunikacji miejskiej. Nie są to zagrożenia jedynie potencjalne ponieważ, jak wynika z kontroli w sprawie wykonywania przez wojewodów zadań w zakresie bezpieczeństwa przewozu towarów niebezpiecznych przeprowadzanych przez NIK, wyniki tych kontroli są zbyt często negatywne [].



*Rys.4. Pojazdy z ładunkami niebezpiecznymi oraz w ich pobliżu autobusy komunikacji miejskiej [3].*

Analiza przeprowadzonych wyników badań wykazała, że struktura ilościowo-jakościowa przewożonych ładunków kształtowała się następująco: ładunki klasy 8 (materiały żrące, ciekłe, kwaśne, nieorganiczne i.n.o., kwasy siarkowy, solny, fosforowy, ług sodowy oraz siarczan ołowiu) stanowiły 51,62%, różne materiały niebezpieczne (głównie gazy techniczne w butlach) stanowiły 31,71%, gazy zaliczane do kl. 2 (ciekły dwutlenek węgla, argon, ciekły azot, skroplone mieszaniny węglowodorów gazowych, ciekły tlen, amoniak) stanowiły 12,20% oraz ciecze łatwopalne (olej napędowy do silników

Diesla) stanowiły 4,47%. Należy podkreślić, że w badaniach pominięto pojazdy dowożące paliwo do stacji paliw, ponieważ trasy ich przejazdu znajdują się poza wyznaczonym punktem obserwacyjnym.























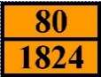










Rys.5. Ogólna struktura jakościowa przewożonych przez Police ładunków niebezpiecznych.

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 1 do głównych potencjalnych zagrożeń należy zaliczyć transport ładunków klasy 8, które charakteryzują się właściwościami żrącymi, niszczącymi tkankę organiczną. Są to ładunki bardzo niebezpieczne zarówno dla ludzi, jak i zwierząt a także organizmów roślinnych. Dlatego w przypadku uwolnienia ich z opakowań stanowią bardzo duże zagrożenie ekologiczne. Police są aglomeracją, na obszarze której głównym potencjalnym zagrożeniem są zakłady chemiczne. Jednak dzięki zakładowym systemom bezpieczeństwa realne zagrożenie ze strony zakładów chemicznych jest ograniczone do minimum. Brak odnotowanych wypadków, świadczy o właściwym funkcjonowaniu systemów zarządzania bezpieczeństwem. Ponadto zakłady chemiczne mają wdrożony system zarządzania środowiskowego, który uwzględnia wszystkie aspekty proekologicznego funkcjonowania przedsiębiorstwa.



Tab. 1. Struktura ilościowo-jakościowa przewożonych przez Policę ładunków niebezpiecznych [3]

Lp.	Rodzaj materiału niebezpiecznego	Oznakowanie pojazdu	Klasa	Liczba odnotowanych pojazdów [szt.]	Procentowy udział klas [%]
8.	Dwutlenek węgla ciekły	 	2	8	3,25
9.	Argon	 	2	1	0,41
10.	Azot ciekły	 	2	1	0,41
11.	Mieszanki węglowodorów gazowych, skroplone	 	2	10	4,07
12.	Tlen ciekły	  	2	8	3,25
13.	Amoniak	   	2	2	0,81
7.	Olej napędowy do silników Diesla	  	3	11	4,47
1.	Materiał żrący, ciekły, kwaśny, nieorganiczny, i.n.o.	 	8	91	36,99
2.	Kwas fosforowy	 	8	1	0,41
3.	Ług sodowy	 	8	7	2,85.
4.	Kwas siarkowy	 	8	17	6,91

5.	Kwas solny	 	8	10	4,07
6.	Siarczan ołowiu	 	8	1	0,41
14.	Różne ładunki niebezpieczne (głównie gazy techniczne w butlach).		Różne	78	31,71
RAZEM				246	100

W tabeli 2 podano charakterystykę potencjalnych zagrożeń dla ludzi i środowiska wynikających z właściwości ładunków przewożonych przez punkt obserwacyjny w Policach. Uwzględniając bliskość cieków wodnych poza poważnymi zagrożeniami dla uczestników ruchu drogowego, właściwości przewożonych ładunków stanowią duże zagrożenie dla środowiska naturalnego.

Tab. 2. Charakterystyka zagrożeń generowanych przez ładunki niebezpieczne przewożone przez Police [3,5]

Nazwa Substancji	Numer UN	Właściwości	Zagrożenie dla zdrowia	Zagrożenie dla środowiska
Kwas fosforowy	1805	Niepalny silny kwas.	Powoduje podrażnienia i poparzenia, uszkadza drogi pokarmowe i oddechowe.	Szkodliwy dla wodnych organizmów zwierzęcych i roślinnych.
Ług sodowy (wodorotlenek sodu)	1824	Niepalny roztwór zasadowy.	Wywołuje ból i łzawienie oczu, uczucie pieczenia w nosie i gardle, kaszel, uczucie duszenia się.	Stwarza zagrożenie dla środowiska ze względu na silny odczyn zasadowy.
Materiał żrący, ciekły, kwaśny, nieorganiczny, i.n.o.(Chlorek żelaza II)	3264	Niepalna ciecz, kwas.	Działa szkodliwie po połknięciu i drażniąco na oczy i skórę.	W przypadku wydostania się powoduje skażenie wody i gruntu.
Kwas siarkowy	1830	Niepalna ciecz, silny kwas.	Działa silnie żrąco na skórę, niszczy naskórek, wnika pod tkankę podskórną i mięśnie powodując martwicę, uszkadza drogi pokarmowe i oddechowe, powoduje poparzenia oczu i trwałe uszkodzenia.	Szkodliwy dla środowiska wodnego.
Kwas solny	1789	Niepalna ciecz, silny kwas.	Powoduje oparzenia, działa drażniąco na drogi oddechowe.	Szkodliwy dla środowiska

				wodnego.
Siarczan ołowiu	1794	Toksyczny kwas.	Działa szkodliwie na drogi oddechowe i pokarmowe.	W przypadku wydostania się powoduje skażenie wody i gruntu.
Olej napędowy do silników Diesla	1202	Łatwopalna ciecz i pary.	Podejrzewa się, że może powodować raka, działa szkodliwie w następstwie wdychania, drażniąc na skórę, połknięcie i dostanie się przez drogi oddechowe grozi śmiercią	Działa toksycznie na organizmy wodne, powodując długotrwałe skutki
Dwutlenek węgla ciekły	2187	Gaz pod ciśnieniem sprężony, ogrzewanie pojemnika grozi wybuchem.	W wysokich stężeniach szybko powoduje niewydolność układu krążenia.	Emitowany w dużych ilościach może przyczynić się do efektu cieplarnianego.
Argon	1951	Gaz pod ciśnieniem Narażenie na działanie ognia może spowodować rozerwanie/wybuch pojemnika.	W wysokich stężeniach może spowodować uduszenie.	Może spowodować szkodliwe przemarzanie roślin.
Azot	1977	Gaz pod ciśnieniem Narażenie na działanie ognia może spowodować rozerwanie/wybuch pojemnika.	W wysokich stężeniach może spowodować uduszenie.	Może spowodować szkodliwe przemarzanie roślin.
Mieszaniny węglowodorów skroplonych	1965	Gaz skrajnie łatwo palny, wybuchowy.	W dużych stężeniach może powodować nudności, bóle i zawroty głowy, w skrajnych wypadkach prowadzące do utraty przytomności i śmierci. Faza ciekła może powodować odmrożenia.	Ze względu na dużą lotność skroplone gazy z ropy naftowej nie powodują zanieczyszczenia gruntu lub wód
Tlen ciekły	1073	Gaz, podtrzymuje palenie, działanie ognia może spowodować rozerwanie/wybuch pojemnika.	Ciągłe wdychanie przy stężeniu większym niż 75%, może powodować nudności, zawroty głowy, trudności w oddychaniu i drgawki.	Może spowodować szkodliwe przemarzanie roślin.
Amoniak	1005	Gaz toksyczny, żrący, szkodliwy dla środowiska.	Działa toksycznie przez drogi oddechowe. Może spowodować zapalenie układu oddechowego i skóry. Wdychanie dużych ilości prowadzi do skurczu oskrzeli, obrzęku krtani	Może spowodować zmiany pH w wodnych systemach ekologicznych.

Można szacunkowo przyjąć, że skoro średni dobowy ruch (sdr) dla jednostek transportowych przewożących ładunki niebezpieczne wynosił 41. Odliczono ustawowo wolne od pracy dni, weekendy wakacyjne oraz godziny od 18.00 do 24.00 w poprzedzające je dni, kiedy transport jest zakazany [7]. Oszacowano, że w skali roku przez Policję niebezpieczne ładunki przewożone były około 13 tys.. Należy pamiętać, że każdy taki transport wiąże się z ryzykiem wypadku drogowego i opisanymi w tabeli 2 zagrożeniami.

### 3. ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII ITS

Według różnych opinii, dzięki strukturalnej informatyzacji transportu jego efektywność ekonomiczna może wzrosnąć od 15 do 30%; może też nastąpić znacząca poprawa bezpieczeństwa (nawet ponad 40%), a emisja spalin zmniejszy się o 30%. Wskazuje się również na inne korzyści, np. ułatwienia i udogodnienia w administrowaniu transportem [10].

W typowym ujęciu strukturalnym rozwój systemu transportu inteligentnego polega na stworzeniu trzech specyficznych rodzajów architektury: funkcjonalnej, fizycznej i komunikacyjnej (Rys. 6).



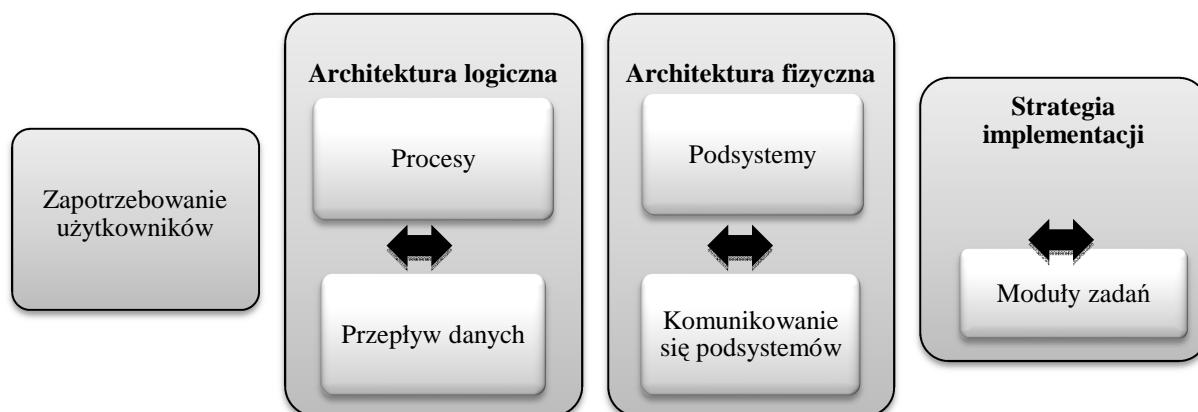
Rys.6. Rodzaje architektury ITS.

Architektura funkcjonalna zawiera definicje i opisy funkcji, jakie powinny być stosowane w architekturze ITS, aby mogła ona spełniać oczekiwania użytkowników. Jest ona zatem reprezentacją systemu w ujęciu logicznym, z uwzględnieniem relacji z otoczeniem oraz użytkownikami systemu i zbiorami danych używanych w systemie.

Architektura fizyczna obejmuje definicje i opisy sposobów, jak składniki architektury funkcjonalnej mogą być zgrupowane w formie fizycznych jednostek. Główną cechą takich jednostek jest zdolność realizowania usług. Tworzone są one z różnorodnego wyposażenia technicznego między innymi oprogramowania, na platformie infrastruktur drogowych.

Architektura komunikacyjna zawiera definicje i określanie środków przesyłania strumieni danych fizycznych, umożliwiających wymianę informacji między różnymi elementami. Architektura komunikacyjna oparta jest na niezależności technologicznej oraz komunikatywności przekazu z uwzględnieniem zawartości przesyłek informacyjnych [11].

Na rys. 7 pokazano zakres działania architektury ITS.



Rys.7. Zakres działania architektury ITS [4].

Zastosowanie IST w ogóle, a w szczególności w przypadku transportu ładunków niebezpiecznych pozwala na śledzenie ładunku od momentu załadunku do momentu rozładunku, planowanie trasy przewozu w okresie najmniejszego natężenia ruchu, wykrywanie wypadków oraz katastrof i natychmiastowe organizowanie akcji ratunkowych, informowanie o natężeniu ruchu na trasie i kierowanie pojazdów z ładunkami niebezpiecznymi na inne trasy lub miejsca postojowe w przypadku kongestii transportowej. Stosowanie ITS pozwala na równoczesne informowanie wszystkich służb (medycznych, policji, straży pożarnej, innych jednostek szybkiego reagowania np. służb ratowniczych zakładów chemicznych w przypadku Policji) o zaistniałych sytuacjach wypadkowych, czy katastrofach, co w przypadku transportu ładunków niebezpiecznych może być bardzo istotne i czas dotarcia na miejsce zdarzenia odpowiednich służb, może decydować o skuteczności akcji ratowniczej oraz poniesionych kosztach (Rys. 8).



Rys.8. Zakres działania architektury ITS [2].

#### 4. WNIOSKI

Na podstawie zebranych i opracowanych materiałów oraz przeprowadzonych badań i analiz można sformułować następujące wnioski:

1. Ładunki niebezpieczne przewożone są głównie transportem samochodowym.
2. Przy istniejącej w Polsce kongestii transportowej ładunki niebezpieczne stanowią realne zagrożenie, dla ludzi i środowiska naturalnego, szczególnie w czasie ich przewozu przez obszary zurbanizowane.
3. Transport ten odbywa się dość często bez dostatecznego nadzoru, o czym świadczą raporty NIK oraz mające miejsce wypadki z ich udziałem.
4. Przy stosunkowo dużej, na tle innych państw UE liczbie kolizji i wypadków samochodowych na polskich drogach transport pojazdów z ładunkami niebezpiecznymi narażony jest potencjalnie na udział w tych kolizjach i wypadkach.
5. Rozwiązania logistyczne oraz budowa i wdrażanie inteligentnych systemów transportowych pozwoliłoby na wyeliminowanie w dużym stopniu wypadków w ogóle, a w szczególności tych z udziałem ładunków niebezpiecznych.
6. Istnieje pilna potrzeba wdrażania technologii ITS w Polsce i objęcia nimi w pierwszej kolejności transportu ładunków niebezpiecznych.
7. Wykorzystanie zintegrowanych systemów informatyczno-telekomunikacyjnych jest szansą do zbliżenia się Polski do państw europejskich o zdecydowanie mniejszych wskaźnikach wypadków drogowych (w tym śmiertelnych).
8. Poszukiwanie rozwiązań zsynchronizowanych z rozwiązaniami europejskimi oraz w skali ogólnokrajowej jest zasadne ponieważ technologie ITS nie należą do tanich, a brak ich unifikacji nie spełni wymogów unijnych i spowoduje zbędne koszty.
9. Jednym z najistotniejszych problemów jest jednak nie koszt systemów informatyczno-telekomunikacyjnych, ale słaby rozwój krajowej infrastruktury drogowej.
10. Szansą na rozwój ITS w Polsce są podjęte przez resort infrastruktury prace nad krajową strategią ITS.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] *Community guidelines for the development of the trans-European transport network*, <http://europa.eu.int/scadplus/leg>.
- [2] <http://wiadomosci.wp.pl/kat,1342,title,Tragiczny-wypadek-cysterny,wid,7754335,wiadomosc.html?ticaid>.
- [3] Lachowski K.: *Zagrożenia dla aglomeracji Polic związane z samochodowym transportem ładunków niebezpiecznych*, praca inżynierska napisana pod kierunkiem Z. Józwiak, Akademia Morska w Szczecinie, Szczecin 2011.
- [4] Litwin M.: *Krajowa architektura ITS*, II Krajowy Kongres ITS, Warszawa 2009.

- [5] Michalik J.S., Gajek A., Grzegorzczak K. i inni.: *Przyczyny zagrożeń w transporcie drogowym niebezpiecznych chemikaliów w Polsce*, Bezpieczeństwo Pracy 10/2009, s. 14-17.
- [6] Michalik J.S., Gajek A., Grzegorzczak K. i inni.: *Zagrożenia poważnymi awariami w transporcie drogowym niebezpiecznych chemikaliów w Polsce*, Bezpieczeństwo Pracy 9/2009, s. 6-9.
- [7] *Rozporządzenie Ministra Transportu z dnia 31 lipca 2007 r. w sprawie okresowych ograniczeń oraz zakazu ruchu niektórych rodzajów pojazdów na drogach*, Dz. U. 2007, 147, 1040.
- [8] *White Paper – European Transport Policy for 2010: Time to Decide*. European Commission, ed. European Communities, 2001.
- [9] Wydro K. B.: *A method of telematic transport systems identification*. W: *Advances in Transport Systems Telematics 1*. Red. J. Mikulski. Katowice, Politechnika Śląska, 2006.
- [10] Wydro K. B.: *Data streams in the telematic systems of road transport*. W: *Advances in Transport Systems Telematics 2*. Red. J. Mikulski. Katowice, Politechnika Śląska, 2007.
- [11] Wydro K. M.: *Usługi i systemy telematyczne w transporcie*, Telekomunikacja i Techniki Informacyjne, 3 - 4/2008, s. 23-32.
- [12] Wystąpienie pokontrolne Delegatury NIK w Opolu z dnia 1 lipca 2011 roku w sprawie *Wykonywania przez Wojewodę Opolskiego w latach 2009-2011 (I kwartał) zadań w zakresie bezpieczeństwa przewozu towarów niebezpiecznych*.  
<http://www.bip.opole.uw.gov.pl/adm/dane/bbieluszevska/zalaczniki/2011-07-20>.